

Rec'd PCT/PTO 28 FEB 2005
#2

PCT/JP03/11017

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

29.08.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 8 月 3 0 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 5 5 4 0 5
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 2 5 5 4 0 5]

REC'D 17 OCT 2003

WIPO

PCT

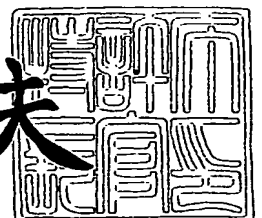
出 願 人 よこはまティーエルオー株式会社
Applicant(s): 末広 直樹

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 1 0 月 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 K5

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 18/18

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県つくば市吾妻 3 - 1 8 - 1 4

 【氏名】 末広 直樹

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県つくば市天王台 1 - 1 - 1 筑波大学システム情報工学研究科内

 【氏名】 韓 承鎬

【特許出願人】

 【識別番号】 801000038

 【氏名又は名称】 よこはまティーエルーオー株式会社

【特許出願人】

 【識別番号】 593113846

 【住所又は居所】 茨城県つくば市吾妻 3 - 1 8 - 1 4

 【氏名又は名称】 末広 直樹

【代理人】

 【識別番号】 100101915

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 塩野入 章夫

 【電話番号】 0466-28-6817

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 170635

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0107836

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 送信信号形成方法、通信方法、及び送信信号のデータ構造

【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信データに所定の係数列の各係数を乗じて複数の送信データを形成し、当該係数を乗じた複数の送信データ間に所定長の0データを付加して送信データ列を形成し、当該送信データ列を送信信号とすることを特徴とする、送信信号形成方法。

【請求項2】 係数を乗じた前記複数の送信データを、当該送信データのデータ長よりも長い時間遅延させて間隔を開けて配列し、隣接する送信データ間に所定個数の0データを配置することを特徴とする、請求項1に記載の送信信号形成方法。

【請求項3】 後方に所定個数の0データを付加した送信データに所定の係数列の各係数を乗じること、あるいは、所定の係数列の各係数を乗じた送信データの後に所定個数の0データを付加することにより複数の送信データを形成し、
当該係数を乗じた複数の送信データを形成列の係数順に配列して送信データ列を形成することを特徴とする、請求項1に記載の送信信号形成方法。

【請求項4】 異なる係数列を用いて複数の送信データ列を形成し、
当該複数の送信データ列の任意の組み合わせにおいて、当該送信データ列の有限個数の送信データは非周期相互相関関数が0となる範囲を備えるよう形成することを特徴とする、請求項1乃至3の何れか一つに記載の送信信号形成方法。

【請求項5】 前記係数列は、完全相補系列から選択した任意のベクトル行の係数列であることを特徴とする、請求項1乃至4の何れか一つに記載の送信信号形成方法。

【請求項6】 前記完全相補系列は、ユニタリ行列から形成することを特徴とする、請求項5に記載の送信信号形成方法。

【請求項7】 請求項1乃至6の何れか一つに記載の送信データ列を送信し、
当該送信データ列の形成に用いた係数列に対応する整合フィルタを通して送信デ

ータを受信することを特徴とする、通信方法。

【請求項 8】 前記送信データ列をマルチパス特性を測定するパイロット信号とし、受信した信号は伝送経路のマルチパス特性を有することを特徴とする、請求項 7 に記載の通信方法。

【請求項 9】 異なる係数列を用いて複数の送信データ列を形成し、前記送信データ列から選択した少なくとも一つをパイロット信号とし、他の送信データ列を送信信号とし、パイロット信号の受信信号からマルチパス特性を求め、当該求めたマルチパス特性を用いて送信信号の受信信号からマルチパス特性を除去して送信データを求めることを特徴とする、請求項 7 に記載の通信方法。

【請求項 10】 送信データに所定の係数列の各係数を乗じて得られる複数の送信データを所定時間遅延させて配列し、送信データ間に所定長の 0 データを付加してなるデータ構造を備えることを特徴とする、送信信号のデータ構造。

【請求項 11】 前記請求項 1 乃至 6 の何れか一つに記載の送信信号形成方法により形成されたことを特徴とする、送信信号のデータ構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、送信信号の形成方法、その送信信号を用いた通信方法、及び送信信号のデータ構造に関し、特に、移動体通信等のマルチパス環境に好適である。

【0002】

【従来の技術】

セルラー無線通信や種々のモバイル環境下において、データ通信の需要の増加に伴い、無線周波数資源の利用率を高める技術が求められている。例えば、CDMA 方式による通信方式では、拡散系列の相関特性や伝送経路のマルチパス特性によるチャネル間干渉が周波数利用率を制限する要因となっている。

【0003】

直交周波数分割多重 (OFDM) を用いた方式は、正弦波を用いた周波数多重であるため、マルチパスの影響は信号電力のフェーディングとして現れ、送信の

正弦信号とマルチパスの正弦信号とを分離することが難しいという問題がある。

【0004】

一方、CMDA方式によれば、パイロット信号を使うことにより、同一周波数及び同一時間において、送信信号とマルチパス信号とを分離することができる。

【0005】

CMDA方式は、スペクトラム拡散通信方式を用いた多元接続方法である。このスペクトラム拡散通信方式は拡散符号系列を用いて変調が行われる。拡散符号系列として、例えば自己相関のない周期系列が用いられる。

【0006】

元の送信信号とマルチパスによる信号とを分離する拡散符号系列として、例えば、完全相補系列を用いた通信方式が提案されている。完全相補系列は、各系列の自己相関関数の和が、0シフト以外の全てのシフトで0となる自己相関特性と、各系列の相互相関関数の和が、全てのシフトにおいて常に0になる相互相関特性を備える系列である。完全相補系列を用いて、サイドローブやチャンネル間干渉がないZCZ（周期的無相関領域）-CDMA信号を形成し、送信信号の周期スペクトラムが無相関となるようにしている。これにより、パイロット信号と送信信号に同周波数及び同時間を割り当てることができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

従来提案されている完全相補系列を用いたスペクトラム拡散通信方式では、デジタル変調された無線信号の振幅の広がりが大きくなり、大きなダイナミックレンジが必要となるという問題がある。

【0008】

図12は、拡散符号系列として完全相補系列を用いた信号例を示している。A0(=++++-+-+-)の信号列は、完全相補系列を用いて形成した2値信号の一例である。なお、「+」は「1」を表し、「-」は「-1」を表している。

【0009】

この信号例において、マルチパス特性が受信信号に対して遅延時間として現れると、マルチパス伝送路を通過した受信信号は「1, 2, 3, 1, 1, 1, ...」

の信号列として受信される。この信号の振幅の広がり例えば0から3までとなり、受信側の増幅器はこの振幅の広がりに対応したダイナミックレンジを備える必要がある。

【0010】

このように振幅の広がりに対して十分なダイナミックレンジが得られない場合には、増幅器の入出力特性が備える非線形性により出力信号に歪みが生じ、入力信号が持つ周波数帯域以外の帯域にも周波数スペクトルが生じ、スプリアス特性が劣化する。また、出力波形がひずむことにより、受信側で符号間干渉が生じて誤り率が劣化することにもなる。また、増幅器の直線性の良好な部分を用いて信号増幅を行うには増幅器の消費電力が増える。消費電力の増加は、移動体端末の待ち受け時間を短縮する要因となる。

【0011】

そこで、本発明は前記した従来の問題点を解決し、スペクトラム拡散による送信データの変調において、信号の振幅の広がりを小さくすることを目的とし、また、受信側の増幅器のダイナミックレンジを小さくすることを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

スペクトラム拡散による送信データの変調において、従来技術では拡散系列自体を工夫することにより送信信号の周期スペクトラムを無相関としている。これに対して、本発明は、スペクトラム拡散による送信データの変調において、従来のように拡散系列自体ではなく、送信データ列に着目することにより、送信信号の周期スペクトラムを無相関とする。送信信号の周期スペクトラムを無相関とすることにより、信号の振幅の広がりを小さくし、また、受信側の増幅器のダイナミックレンジを小さく抑える。

【0013】

本発明の送信信号形成方法は、送信データに所定の係数列の各係数を乗じて複数の送信データを形成する工程と、この係数を乗じた複数の送信データ間に所定長の0データを付加して送信データ列を形成する工程を備え、これにより形成された送信データ列を送信信号とする。

【0014】

ここで、送信データは、伝送内容の情報を含むデジタルデータである。一方、形成された送信データ列は送信信号となり、送信データを複数配列して形成される。複数の送信データの配列において、各送信データには所定の係数列の各係数が乗ぜられ、送信データと所定の長さの0データが交互に配列されてなる。

【0015】

送信データ列を形成する第1の方法は、係数を乗じた複数の送信データを、その送信データのデータ長よりも長い時間で遅延させて間隔を開けて配列し、隣接する送信データ間に所定個数の0データを配置する。

【0016】

また、送信データ列を形成する第2の方法は、送信データの後方に所定個数の0データを付加し、0データを付加した送信データに所定の係数列の各係数を乗じて複数の送信データを形成し、係数を乗じた複数の送信データを係数列の係数順に配列して送信データ列を形成する。あるいは、送信データに所定の係数列の各係数を乗じて複数の送信データを形成し、係数を乗じた各送信データの後に所定個数の0データを付加し、0データを付加した各送信データを形成列の係数順に配列して送信データ列を形成する。

【0017】

また、本発明の送信信号形成方法の他の態様は、異なる係数列を用いて複数の送信データ列を形成する信号形成方法であり、異なる二つの送信データ列の任意の組み合わせにおいて、送信データ列に含まれる有限個数の送信データが、非周期相互相関関数が0となる範囲を備えるように送信データ列を形成する。非周期相互相関関数は、無限個数でない有限個数の送信データを有する送信データ列同士の相互相関関数である。この相互相関関数が0となる範囲を備えるように、有限個の送信データを備える送信データ列を形成することにより、送信信号の周期スペクトラムを無相関とする。

【0018】

本発明の送信信号形成に用いる係数列はZCZ系列から選択することができ、完全相補系列から選択した任意のベクトル行の係数列とすることができ、ユニタ

り行列を用いて形成することができる。

【0019】

本発明の通信方法は、本発明の送信信号形成方法で形成した送信データ列を送信し、この送信データ列の形成に用いた係数列に対応する整合フィルタを通して送信データを受信する。

【0020】

本発明の通信方法において、送信データ列をマルチパス特性を測定するパイロット信号とし、このパイロット信号を受信することにより伝送経路のマルチパス特性を求めることができる。

【0021】

本発明の通信方法の他の態様において、異なる係数列を用いて複数の送信データ列を形成し、送信データ列から選択した少なくとも一つをパイロット信号とし、他の送信データ列を送信信号とする。パイロット信号の受信信号からマルチパス特性を求め、求めたマルチパス特性を用いて送信信号の受信信号からマルチパス特性を除去して送信データを求める。

【0022】

パイロット信号及び送信信号は、周期スペクトラムが互いに無相関であり、対応する整合フィルタを通すことにより、各信号を分離することができる。また、パイロット信号は、送信信号と受信信号との関係からマルチパス特性を求めることができ、このマルチパス特性と受信信号から送信信号を求めることができる。

【0023】

本発明の送信信号のデータ構造は、送信データに所定の係数列の各係数を乗じて得られる複数の送信データ間に所定長の0データを付加してなるデータ構造であり、本発明の送信信号形成方法により形成することができる。

【0024】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図を参照しながら詳細に説明する。

図1は本発明の送信信号形成方法、及び本発明の送信信号のデータ構造を説明するための概略図である。

【0025】

本発明は、拡散系列を用いることにより、送信データ b ($= (b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1})$) (図1(a)に示す) から送信データ列 (図1(c)に示す) を形成し、この送信データ列を送信信号とする。なお、 N は任意の整数とし、送信データのデータ長は任意の N ビットとする。

【0026】

送信データ $(b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1})$ (図1(a)に示す) から送信データ列 B を形成するには、送信データ $(b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1})$ に所定の拡散系列の係数列 $(1, -1, 1, -1)$ の各係数を乗じることにより (図1(b)に示す)、複数の送信データ $B_0 (= (b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1}))$, $B_1 (= (-1) \cdot (b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1}))$, $B_2 (= (b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1}))$, $B_3 (= (-1) \cdot (b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1}))$ を形成する。なお、送信データ b ($= (b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1})$) に所定の拡散系列の係数列 $(1, -1, 1, -1)$ の各係数を乗じる処理は、図1(b)に示すように、クロネッカー積で表すことができる。

【0027】

次に、図1(c)に示すように、各係数を乗じた複数の送信データをそれぞれ所定長 T だけ遅延させて間隔を開けて配列し、各送信データ間に遅延時間に対応する所定個数の 0 データを配置する。なお、所定長 T は送信データの長さ N よりも長く設定し、 $(T-N)$ ビット分の 0 データを配置する。これにより、図1(d)に示すような送信データ列が形成される。所定時間 τ だけ遅延させて複数の送信データを配列することにより、各送信データ間には $(T-N)$ ビット分に相当する時間の間隔が開けられる。

【0028】

なお、所定の係数列 $(1, -1, 1, -1)$ の各係数を乗じた送信データ $(b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1})$ を、所定時間遅延させる代わりに、送信データ $(b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1})$ の後方に $(T-N)$ ビット分 0 データを付加して全体のデータ長が T ビットの送信データ $(b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1}, 0, \dots, 0)$ を形成し、この 0 データを付加した送信データに所定の係数列

$(1, -1, 1, -1)$ の各係数を乗じることにより、複数の送信データ $(b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1}, 0, \dots, 0)$, $(-1) \cdot (b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1}, 0, \dots, 0)$, $(b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1}, 0, \dots, 0)$, $(-1) \cdot (b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{N-1}, 0, \dots, 0)$ を形成し、これらを係数列の順に配列することにより送信データ列を形成することもできる。この $(T-N)$ ビット分 0 データを付加は、時間 τ だけ遅延させる操作に対応している。

【0029】

ここで用いる ZCZ 系列は、ゼロ自己相関領域特性とゼロ相互相関領域特性を備える周期的ゼロ相関領域を持つ系列であり、例えば、所定の係数列として完全相補系列を用いることができる。完全相補系列は、各系列の自己相関関数の和が、0 シフト以外の全てのシフトで 0 となる自己相関特性と、各系列の相互相関関数の和が、全てのシフトにおいて常に 0 になる相互相関特性を備える系列であり、例えば、図 2 に示すユニタリ行列を用いることができる。

【0030】

図 3 は、送信データ $A_0 \sim A_3$, $B_0 \sim B_3$, $C_0 \sim C_3$, $D_0 \sim D_3$ に、ユニタリ行列の各ベクトル行の各係数を乗じ、所定数の 0 データを付加することで得られる送信データ列の例を示している。

【0031】

元の送信データとして $(1, 0, 0, 0)$ を用い、図 2 に示すユニタリ行列の各ベクトル行の各係数を乗じることにより、複数の送信データが形成される。ユニタリ行列の第 1 行目のベクトル行から得られる各送信データは、各係数に対応してそれぞれ $A_0 = (1, 0, 0, 0)$, $A_1 = (1, 0, 0, 0)$, $A_2 = (1, 0, 0, 0)$, $A_3 = (1, 0, 0, 0)$ となる。また、ユニタリ行列の第 2 行目のベクトル行から得られる各送信データは、各係数に対応して $B_0 = (1, 0, 0, 0)$, $B_1 = (-1, 0, 0, 0)$, $B_2 = (1, 0, 0, 0)$, $B_3 = (-1, 0, 0, 0)$ となり、ユニタリ行列の第 3 行目のベクトル行から得られる各送信データは、各係数に対応して $C_0 = (1, 0, 0, 0)$, $C_1 = (1, 0$

, 0, 0), $C_2 = (-1, 0, 0, 0)$, $C_3 = (-1, 0, 0, 0)$ となり、ユニタリ行列の第4行目のベクトル行から得られる各送信データは、各係数に対応して $D_0 = (1, 0, 0, 0)$, $D_1 = (-1, 0, 0, 0)$, $D_2 = (-1, 0, 0, 0)$, $D_3 = (1, 0, 0, 0)$ となる。

【0032】

送信データ列は、これらの複数の送信データを遅延させ、0データを付加することにより形成される。図4は、送信データと送信データ列との関係を一般式で表している。ここで、送信データA～Dを、それぞれ $A = (a_0, a_1, \dots, a_{N-1})$, $B = (b_0, b_1, \dots, b_{N-1})$, $C = (c_0, c_1, \dots, c_{N-1})$, $D = (d_0, d_1, \dots, d_{N-1})$ で表したとき、送信データ列は図4(a)中の行列式で表すように0データを付加して形成することができる。

【0033】

また、送信データA～Dを、それぞれ $A = (a_0, a_1, \dots, a_{N-1}, 0, \dots, 0)$, $B = (b_0, b_1, \dots, b_{N-1}, 0, \dots, 0)$, $C = (c_0, c_1, \dots, c_{N-1}, 0, \dots, 0)$, $D = (d_0, d_1, \dots, d_{N-1}, 0, \dots, 0)$ で表した場合、送信データ列は図4(b)中の行列式で表すことができる。

【0034】

次に、形成した送信信号を用いた本発明の通信方法について説明する。

形成した送信信号は、その送信信号の形成に用いた拡散系列の各係数に対応した整合フィルタ（マッチドフィルタ）により取り出すことができる。例えば、整合フィルタは、送信データAを逆拡散して取り出すフィルタであり、送信データAの形成に用いた拡散系列の係数に対応して形成される。

【0035】

入出力信号と整合フィルタとの関係は、拡散系列が備える完全相補性に基づいて定まる。図5は入出力信号と整合フィルタとの関係を示す図である。

【0036】

例えば、図5(a)において、信号Aを信号Aの整合フィルタに通した場合に、自己相関特性からインパルス状の信号を得ることができるが、信号Aを信号Aの整合フィルタ以外の整合フィルタ（信号Bの整合フィルタ～信号Dの整合フ

ィルタ)に通した場合には、相互相関特性から信号は得られない。

【0037】

また、図5(b)において、信号Bを信号Bの整合フィルタに通した場合には、自己相関特性からインパルス状の信号を得ることができるが、信号Bを信号Bの整合フィルタ以外の整合フィルタ(信号Aの整合フィルタ、信号Cの整合フィルタ、信号Dの整合フィルタ)に通した場合には、相互相関特性から信号は得られない。

【0038】

次に、本発明の送信信号形成により、送信信号の振幅の広がりや抑えられることについて説明する。

【0039】

本発明の送信信号形成では、ZCZ系列の係数を乗じた複数の送信データを遅延させて配列することにより、有限個の送信データによるデータ列において周期的ゼロ相関領域を持たせ、インパルス状の信号を形成することができる。

【0040】

図6を用いて、信号を整合フィルタに通したときのデータ列の状態について説明する。

図6(a)は、信号Aを信号Aの整合フィルタに通したときのデータ列の状態を示している。

【0041】

本発明による送信信号は、完全相補系列に基づいたZCZ系列に遅延時間を適用して、

$$aA = a(A_0)0 + a(A_1)T + a(A_2)2T + a(A_3)3T$$

で表すことができる。ここで、(・)TはTタイムスロット(Tチップ)の時間遅延を表しており、aAの信号長は4Tとなる。

【0042】

なお、図3で示したデータ信号Aは、上記式において(A_N)の信号を(1, 0, 0, 0)とし、T=9とした場合に対応している。

【0043】

この信号Aを信号Aの整合フィルタに通して得られる信号は、信号Aと整合フィルタAとのコンボリューションにより求めることができ、

$$a A * A f = 4 a (x, x, \dots, x, x, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, x, x, \dots, x, x)$$

で表される。なお、A fは整合フィルタに対応している。

【0044】

上記式から、得られる信号はインパルス状となり、振幅の広がりを抑えることができる。

【0045】

一方、図6(b)は、信号Bを信号Aの整合フィルタに通したときのデータ列の状態を示している。

【0046】

送信信号Bは

$$a B = a (B0) 0 - a (B1) T - a (B2) 2T + a (B3) 3T$$

で表される。なお、図3で示したデータ信号Bは、上記式において(BN)の信号を(1, 0, 0, 0)とし、T=9とした場合に対応している。

【0047】

この信号Bを信号Aの整合フィルタに通して得られる信号は、信号Bと整合フィルタAとのコンボリューションにより求めることができ、信号Bを信号Aの整合フィルタに通したときの信号は、

$$a B * A f = a (0, 0, \dots, 0, -1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -1, 0, \dots, 0, 0)$$

で表される。なお、上記二つの式において、aは送信時の信号振幅を表している。

【0048】

このことは、本発明により形成される送信データ列によれば、複数の送信データ列の任意の組み合わせにおいて、有限個数の送信データは非周期相互相関関数が0となる範囲(図6(b)及び上記a B * A f中の(-1)で挟まれる連続する0の範囲)を備えることを表している。なお、非周期相互相関関数は、長さが

無限としたときの周期相互相関関数である。

【0049】

本発明の通信方法では、形成される送信信号に少なくとも一つをパイロット信号とし、信号が送信されるマルチパス伝送路のマルチパス特性の検出、及びマルチパス特性を除去した送信信号の検出に適用することができる。図7は、パイロット信号と送信信号との関係を説明するための図である。

【0050】

図7において、例えば、信号Aをパイロット信号とし、マルチパス伝送路Pを通過させた後、信号Aの整合フィルタAを通して出力信号pを求めると、この出力信号pからマルチパス伝送路のマルチパス特性Pを求めることができる。

【0051】

信号B～信号Dを送信信号としたとき、パイロット信号と同じマルチパス伝送路Pを同時に通過した場合には、マルチパス伝送路Pから同じマルチパス特性の影響を受けることになる。そのため、各整合フィルタB, C, Dを通して得られる出力信号q, r, s中には同一のマルチパス特性が含まれる。そこで、パイロット信号により求めたマルチパス特性Pを用いて、出力信号q, r, sからマルチパス特性Pを除去することにより、送信信号B, 送信信号C, 及び送信信号Dを求めることができる。

【0052】

ここで、マルチパス特性Pを $P = (p_0, p_1, p_2, p_3)$ とする。なお、 p_k はタイムスロット0, 1, 2, 3の各遅延時間におけるマルチパスファクターである。このマルチパス特性Pは、例えば、マルチパス伝送路を通過したパイロット信号をパイロット信号の整合フィルタで検出することにより求めることができる。

【0053】

前記したように、送信データにZCZ系列の一係数列に遅延時間を適用して送信信号aAを形成し、この送信信号aAをマルチパス伝送路Pを通過させた後、信号Aの整合フィルタで検出して受信信号aA'を受信する。図8はパイロット信号によるマルチパス特性の検出を説明するための図である。

【0054】

$a A'$ は、図8に示すように、各遅延時間毎の出力信号を加算して求めることができ、以下の式で表すことができる。

$$a A' = 4 a (x, x, \dots, x, x, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, p_0, p_1, p_2, p_3, 0, 0, 0, 0, 0, x, x, \dots, x, x)$$

なお、 x はある値を表している。

【0055】

したがって、受信信号 $a A'$ はマルチパス特性 $P = (p_0, p_1, p_2, p_3)$ を分離可能な状態で含んでいる。

【0056】

一方、同じマルチパス伝送路を通過した送信信号は、以下のように表すことができる。なお、図9、図10は送信信号の通信状態を説明するための図である。

【0057】

送信データを $(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5)$ (図9(a)) とし、ZCZ系列のパイロット信号の形成に使用した係数列とは異なる係数列を用いて、送信信号を形成する。

【0058】

ZCZ系列の他の係数列を B とすると、

$$B = (B_0) 0 + (B_1) T_6 + (B_2) 2T + (B_3) 3T$$

で表すことができる (図9(b))。

【0059】

送信信号は、送信データと係数列 B を用いて、

$$(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, 0, 0, 0, -b_0, -b_1, -b_2, -b_3, -b_4, -b_5, 0, 0, 0, b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, 0, 0, 0, -b_0, -b_1, -b_2, -b_3, -b_4, -b_5, 0, 0, 0)$$

により表される (図9(c))。

【0060】

ここで、マルチパス伝送路 P を通過した信号を B'' とすると、信号 B の整合フィルタで検出される受信信号は、信号 B'' と整合フィルタ B とのコンボリューション

ヨンにより求めることができ、

$$\begin{aligned}
 & B'' * B f \\
 & = 4 p_0 (\dots, x, 0, 0, 0, b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, 0, 0, 0, \\
 & \quad , x, x, x, x \dots) \\
 & + 4 p_1 (\dots, x, x, 0, 0, 0, b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, 0, 0, \\
 & \quad , 0, x, x, x \dots) \\
 & + 4 p_2 (\dots, x, x, x, 0, 0, 0, b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, 0, \\
 & \quad , 0, 0, x, x, \dots) \\
 & + 4 p_3 (\dots, x, x, x, x, 0, 0, 0, b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, \\
 & \quad , 0, 0, 0, x, \dots) \\
 & = (\dots, x, x, x, x, q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6, q_7, q_8, x, x, \\
 & \quad , x, x, \dots)
 \end{aligned}$$

で表される。なお、 $B f$ は整合フィルタ B に対応している。

【0 0 6 1】

ここで、 $q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6, q_7, q_8$ は、整合フィルタの出力として直接求めることができる。

【0 0 6 2】

図 1 0 (a) は、送信信号、マルチパス伝送路のマルチパス特性 P, B の整合フィルタの出力との関係を概略的に示しており、これらの間の関係は図 1 0 (a) に示される関係式で表すことができる。

【0 0 6 3】

図 1 0 (a) に示される関係式において、 (p_0, p_1, p_2, p_3) はパイロット信号を検出することにより求めることができ、 $(q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6, q_7, q_8)$ は送信信号を検出することにより求めることができる。

【0 0 6 4】

したがって、送信データ $(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5)$ は、 (p_0, p_1, p_2, p_3) 及び $(q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6, q_7, q_8)$ を用いて、前記式から求めることができる。

【0 0 6 5】

次に、整合フィルタの一構成例について説明する。

図 1 1 は、整合フィルタの一構成例を示しており、図 4 に示した信号 A ~ D に対する整合フィルタの例である。なお、信号 A ~ D は Z C Z 系列に遅延を適用して形成される。

【 0 0 6 6 】

図 1 1 (a) は、図 3 示す系列の一番目のベクトル行 (1 , 1 , 1 , 1) に対応する信号 A の整合フィルタの一構成例であり、遅延時間として 9τ の場合を示している。図 1 1 (b) , (c) , (d) は、それぞれ (1 , - 1 , 1 , - 1) , (1 , 1 , - 1 , - 1) , (1 , - 1 , - 1 , 1) の各ベクトル行に対応する信号 B , 信号 C , 及び信号 D の整合フィルタの一構成例であり、同じく遅延時間として 9τ の場合を示している。

【 0 0 6 7 】

本発明の送信信号形成方法によれば、送信データに Z C Z 系列の係数を乗ずると共に、これらを遅延させて送信することにより、送信信号の周期スペクトラムは無相関となり、各信号の振幅の広がりを小さくすることができる。

【 0 0 6 8 】

また、信号の振幅の広がりを小さくすることにより、受信側の増幅器のダイナミックレンジを小さく抑えることができる。

【発明の効果】

【 0 0 6 9 】

以上説明したように、本発明によれば、スペクトラム拡散による送信データの変調において、信号の振幅の広がりを小さくすることができる。また、受信側の増幅器のダイナミックレンジを小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の送信信号形成方法、及び本発明の送信信号のデータ構造を説明するための概略図である。

【図 2】

ユニタリ行列の一例を示す図である。

【図 3】

送信データにユニタリ行列を適用して形成した本発明の送信データ列の例を示す図である。

【図 4】

本発明の送信データと送信データ列との関係を表す図である。

【図 5】

本発明の入出力信号と整合フィルタとの関係を示す図である。

【図 6】

信号を整合フィルタに通したときのデータ列の状態を説明するための図である。

【図 7】

本発明のパイロット信号と送信信号との関係を説明するための図である。

【図 8】

本発明のパイロット信号によるマルチパス特性の検出を説明するための図である。

【図 9】

本発明の送信信号の通信状態を説明するための図である。

【図 10】

本発明の送信信号の通信状態を説明するための図である。

【図 11】

本発明に適用する整合フィルタの一構成例を示している。

【図 12】

拡散符号系列として完全相補系列を用いた信号例を示している。

【符号の説明】

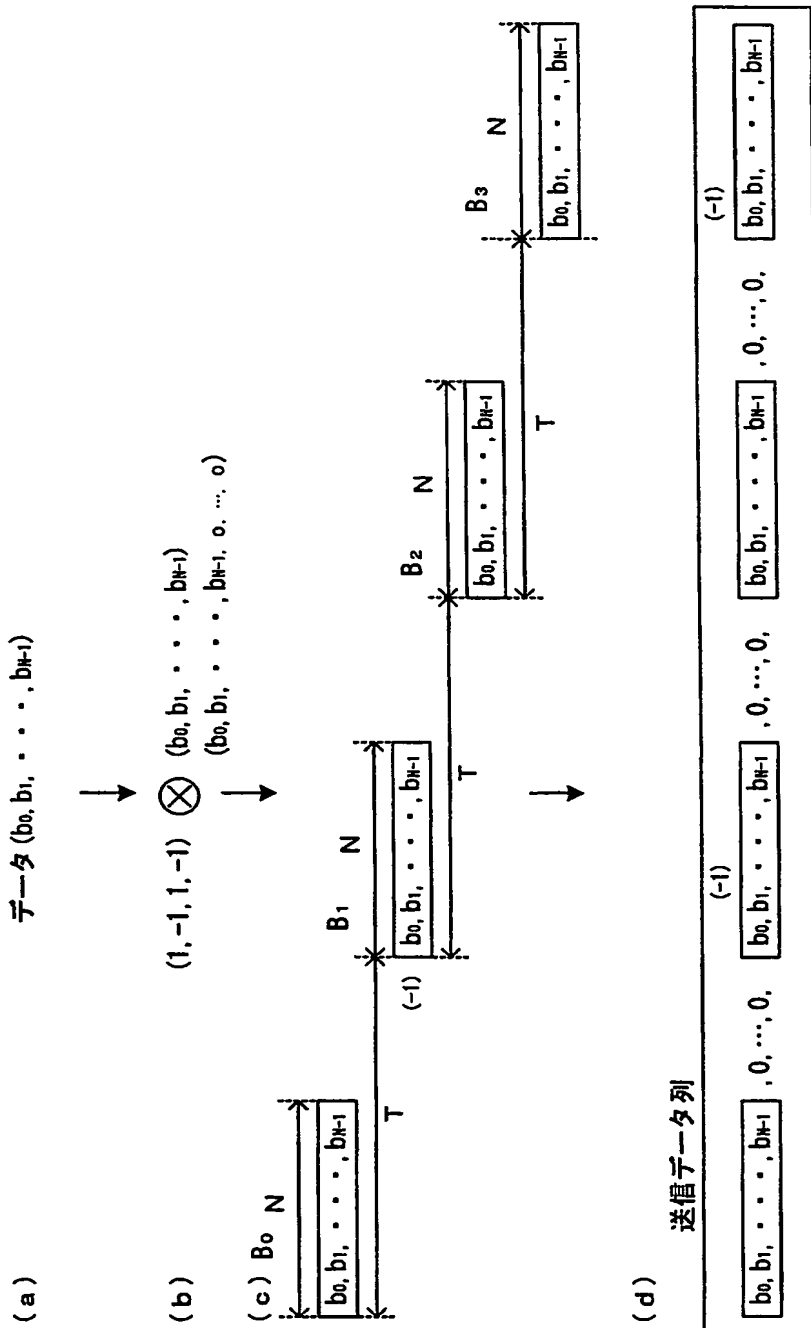
A, B, C, D…信号

P…マルチパス伝送路

【書類名】

図面

【図 1】



【図 2】

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

【図 3】

$$\begin{aligned}
 A &= \begin{bmatrix} A_0 \\ B_0 \\ C_0 \\ D_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_1 \\ B_1 \\ C_1 \\ D_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_2 \\ B_2 \\ C_2 \\ D_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_3 \\ B_3 \\ C_3 \\ D_3 \end{bmatrix} \\
 B &= \begin{bmatrix} 100000000 \\ 100000000 \\ 100000000 \\ 100000000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 100000000 \\ 100000000 \\ 100000000 \\ 100000000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 100000000 \\ 100000000 \\ 100000000 \\ 100000000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 100000000 \\ 100000000 \\ 100000000 \\ 100000000 \end{bmatrix} \\
 C &= \begin{bmatrix} 100000000 \\ 100000000 \\ 100000000 \\ 100000000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 100000000 \\ 100000000 \\ 100000000 \\ 100000000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 100000000 \\ 100000000 \\ 100000000 \\ 100000000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 100000000 \\ 100000000 \\ 100000000 \\ 100000000 \end{bmatrix} \\
 D &= \begin{bmatrix} 100000000 \\ 100000000 \\ 100000000 \\ 100000000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 100000000 \\ 100000000 \\ 100000000 \\ 100000000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 100000000 \\ 100000000 \\ 100000000 \\ 100000000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 100000000 \\ 100000000 \\ 100000000 \\ 100000000 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

【図 4】

(a)

$$A = (a_0, a_1, \dots, a_N)$$

$$B = (b_0, b_1, \dots, b_N)$$

$$C = (c_0, c_1, \dots, c_N)$$

$$D = (d_0, d_1, \dots, d_N)$$

$$\begin{bmatrix} A, 0, \dots, 0, A, 0, \dots, 0, A, 0, \dots, 0, A, 0, \dots, 0 \\ B, 0, \dots, 0, -B, 0, \dots, 0, B, 0, \dots, 0, -B, 0, \dots, 0 \\ C, 0, \dots, 0, C, 0, \dots, 0, -C, 0, \dots, 0, -C, 0, \dots, 0 \\ D, 0, \dots, 0, -D, 0, \dots, 0, -D, 0, \dots, 0, D, 0, \dots, 0 \end{bmatrix}$$

(b)

$$A = (a_0, a_1, \dots, a_{N+1}, 0, \dots, 0)$$

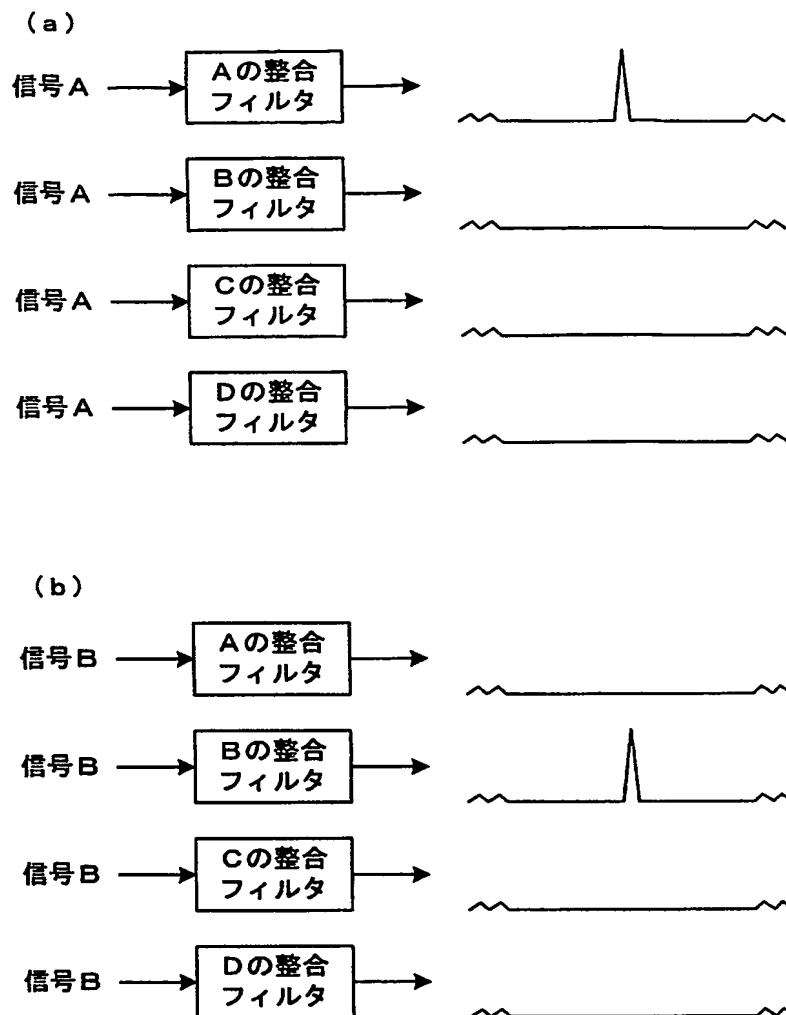
$$B = (b_0, b_1, \dots, b_{N+1}, 0, \dots, 0)$$

$$C = (c_0, c_1, \dots, c_{N+1}, 0, \dots, 0)$$

$$D = (d_0, d_1, \dots, d_{N+1}, 0, \dots, 0)$$

$$\begin{bmatrix} A, & A, & A, & A \\ B, & -B, & B, & -B \\ C, & C, & -C, & -C \\ D, & -D, & -D, & D \end{bmatrix}$$

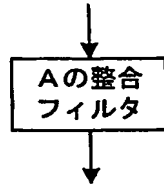
【図 5】



【図 6】

(a)

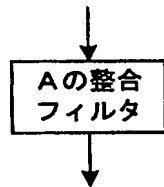
信号 A 100000000100000000100000000100000000



...00300000000400000000300000000200000000...

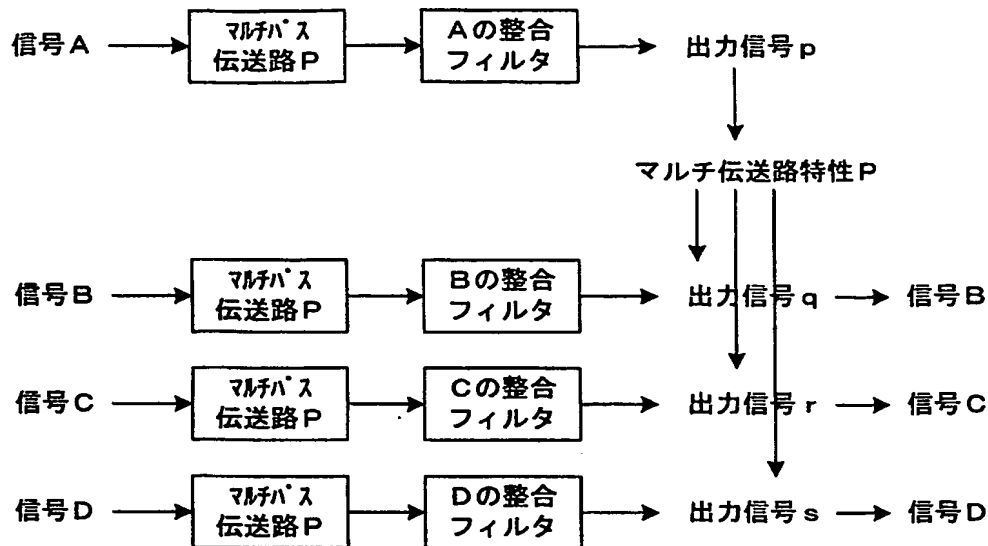
(b)

信号 B 100000000-100000000-100000000100000000

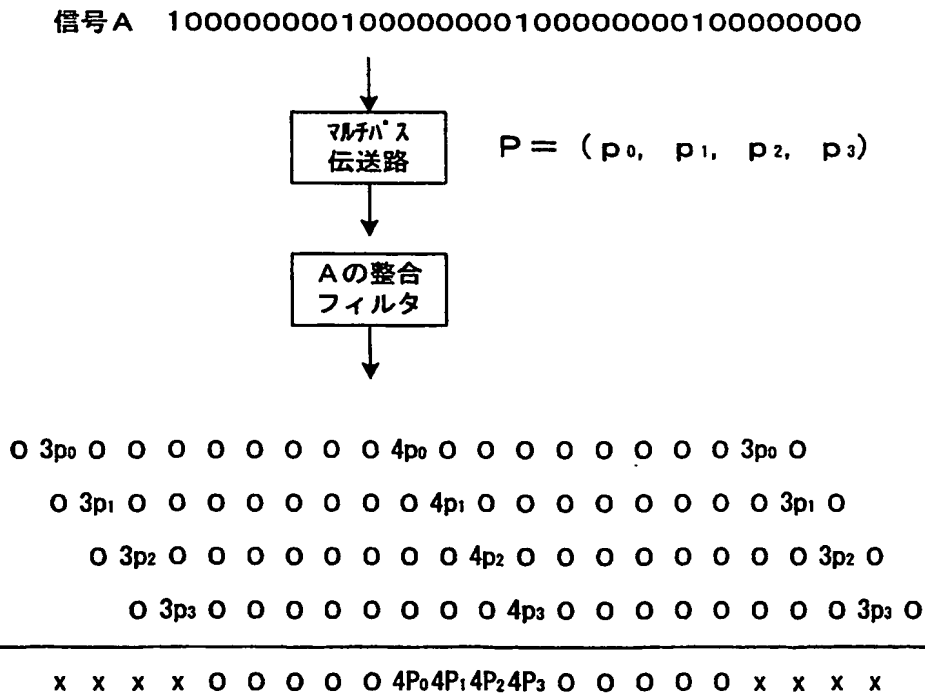


...00-100000000000000000-100000000000000000...

【図 7】



【図 8】



【図 9】

(a) 送信データ $(b_0 \ b_1 \ b_2 \ b_3 \ b_4 \ b_5)$

(b)
$$B = (B_0)_0 + (B_1)_1 + (B_2)_2 + (B_3)_3$$

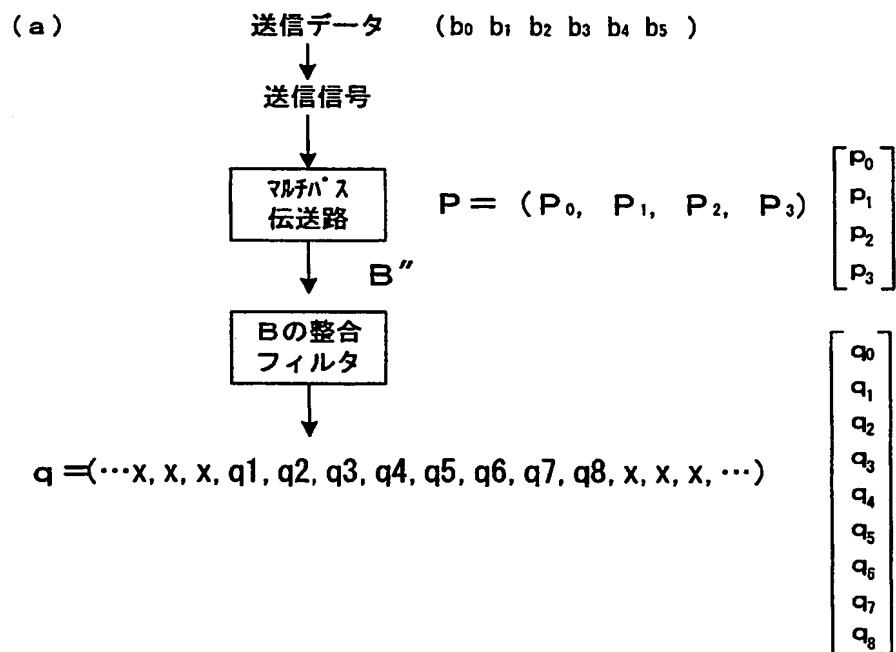
$$= (10000000-10000000010000000010000000-1000000000)$$

(c) 送信信号

b_0	$(100000000-1000000000100000000100000000-1000000000)$
$+ b_1$	$0100000000-1000000000100000000100000000-1000000000$
$+ b_2$	$00100000000-1000000000100000000100000000-1000000000$
$+ b_3$	$000100000000-1000000000100000000100000000-1000000000$
$+ b_4$	$0000100000000-1000000000100000000100000000-1000000000$
$+ b_5$	$00000100000000-1000000000100000000100000000-1000000000$

$b_0 \ b_1 \ b_2 \ b_3 \ b_4 \ b_5 \ 0 \ 0 \ 0 - (b_0 b_1 \ b_2 \ b_3 \ b_4 \ b_5) \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 - (b_0 b_1 \ b_2 \ b_3 \ b_4 \ b_5) \ 0 \ 0 \ 0 \dots$

【図 10】

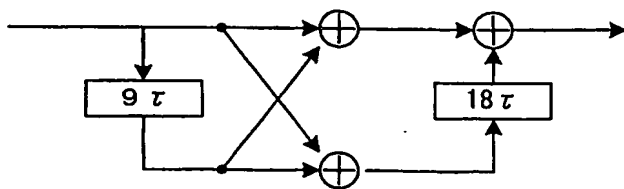


(b)

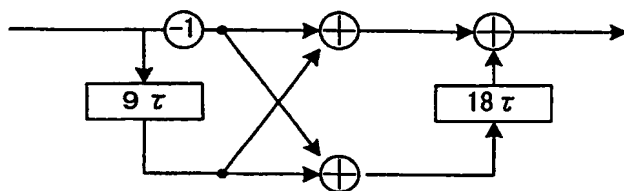
$$\begin{bmatrix} b_0 & 0 & 0 & 0 \\ b_1 & b_0 & 0 & 0 \\ b_2 & b_1 & b_0 & 0 \\ b_3 & b_2 & b_1 & b_0 \\ b_4 & b_3 & b_2 & b_1 \\ b_5 & b_4 & b_3 & b_2 \\ 0 & b_5 & b_4 & b_3 \\ 0 & 0 & b_5 & b_4 \\ 0 & 0 & 0 & b_5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_0 \\ p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} q_0 \\ q_1 \\ q_2 \\ q_3 \\ q_4 \\ q_5 \\ q_6 \\ q_7 \\ q_8 \end{bmatrix}$$

【図 11】

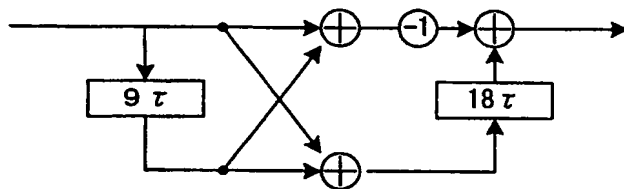
(a) Aの整合フィルタ



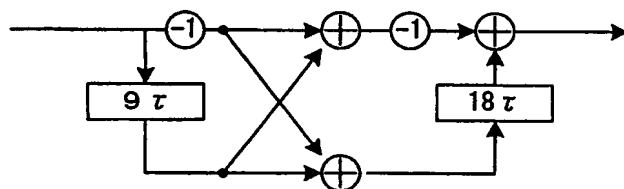
(b) Bの整合フィルタ



(c) Cの整合フィルタ



(d) Dの整合フィルタ



【図 12】

$$A_0 = (+ + + - + + - +)$$

$$\begin{array}{cccccccc}
 + & + & + & - & + & + & - & + \\
 & + & + & + & - & + & + & - & + \\
 & & + & + & + & - & + & + & - & + \\
 \hline
 & & & 1 & 2 & 3 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1
 \end{array}$$

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 スペクトラム拡散による送信データの変調において、信号の振幅の広がりを小さくし、受信側の増器のダイナミックレンジを小さくする。

【解決手段】 スペクトラム拡散による送信データの変調において、拡散系列自体ではなく、送信データ列に着目することにより、送信信号の周期スペクトラムを無相関とする。このために、送信信号形成方法は、送信データに所定の係数列の各係数を乗じて複数の送信データを形成する工程と、この係数を乗じた複数の送信データ間に所定長の 0 データを付加して送信データ列を形成する工程を備え、これにより形成された送信データ列を送信信号とする。

【選択図】 図 1

職権訂正履歴 (職権訂正)

特許出願の番号	特願 2002-255405
受付番号	50201301548
書類名	特許願
担当官	土井 恵子 4264
作成日	平成14年 9月 3日

<訂正内容1>

訂正ドキュメント

明細書

訂正原因

職権による訂正

訂正メモ

【図7】を行頭に修正します。

訂正前内容

【図6】

信号を整合フィルタに通したときのデータ列の状態を説明するための図である

。 【図7】

本発明のパイロット信号と送信信号との関係を説明するための図である。

訂正後内容

【図6】

信号を整合フィルタに通したときのデータ列の状態を説明するための図である

。

【図7】

本発明のパイロット信号と送信信号との関係を説明するための図である。

次頁無

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-255405
受付番号	50201301548
書類名	特許願
担当官	土井 恵子 4264
作成日	平成14年 9月 5日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 8月30日

次頁無

特願 2 0 0 2 - 2 5 5 4 0 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[8 0 1 0 0 0 0 3 8]

1. 変更年月日

2 0 0 1 年 5 月 2 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県横浜市保土ヶ谷区東川島町 3 5 番地 5 0

氏 名

よこはまティーエルオー株式会社

2. 変更年月日

2 0 0 3 年 4 月 8 日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 7 9 番 5 号

氏 名

よこはまティーエルオー株式会社

特願 2002-255405

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[593113846]

1. 変更年月日

1993年 6月15日

[変更理由]

新規登録

住 所

茨城県つくば市竹園3丁目6番305-103号

氏 名

末広 直樹

2. 変更年月日

1997年 4月 8日

[変更理由]

住所変更

住 所

茨城県つくば市吾妻3-18-14

氏 名

末広 直樹